

УДК 625.46 : 006.354

В.Б.БУДНИЧЕНКО, канд. техн. наук
Національний транспортний університет, м.Київ

КОНЦЕПЦІЯ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ВІБРАЦІЇ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ ВОДІЯ ТРАМВАЙНОГО ВАГОНА ТА ТРОЛЕЙБУСА

Для оцінки віробезпеки водія трамвайного вагона та тролейбуса запропоновано концепцію методики визначення рівня вібрації на його робочому місці, що дає можливість оцінити ризик професійного захворювання та створення аварійної ситуації під час руху трамвайного вагона та тролейбуса.

Оцінка рівня вібрації на робочому місці водія тролейбусів та трамвайних вагонів на етапі освоєння їх виробництва в Україні виконувався відповідно до експериментальних методик, які як правило відрізнялися одна від одної. Включення трамвайних вагонів та тролейбусів до переліку продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації, потребує створення стандартизованих методів оцінки показників безпеки до яких відноситься і вібрація, що сприяє виникненню професійного захворювання водія та створенню аварійних ситуацій під час руху.

Мета роботи – створення стандартизованої методики оцінки рівня вібрації на робочому місці водія трамвайного вагона та тролейбуса, яка придатна для їх сертифікації.

Методика повинна використовувати граничні значення еквівалентного, коригованого за частотою значення вібрації, та граничні значення віброприскорення в трьохоктавних смугах частот, які встановлені для категорій вібрації „1-Безпека” [1].

На підставі аналізу методик визначення рівня вібрації для дорожніх та рейкових транспортних засобів пропонується застосування двох показників віробезпеки водія, які мають вигляд:

$$U = \sqrt{\sum_v \left(\frac{1}{N_v} \sum_{i=1}^{N_v} \sum_{j=1}^m a_{vij}^2 b_j^2 \right) P_v^2} \leq k U_d \sqrt{\frac{480}{T}}; \quad (1)$$

$$a_j = \sqrt{\sum_v \left(\frac{1}{N_v} \sum_{i=1}^{N_v} a_{vji}^2 \right) P_v^2} \leq k a_{jd} \sqrt{\frac{480}{T}}, \quad (2)$$

де U – еквівалентне, кориговане за частотою значення рівня вібрації на робочому місці водія; N_v – кількість вимірювань рівня вібрації для швидкості руху V ($N_v \geq 3$); m – кількість трьохоктавних смуг частот ($m=21$); b_j – ваговий коефіцієнт для j -ї трьохоктавної смуги частоти

відповідно до ГОСТ 12.2.012; P_v – частка часу руху транспортного засобу зі швидкістю V км/год, за умови, що $\sum_v P_v = 1$; k – допустимий

рівень перевищення вібрації (1 – для нового транспортного засобу, 1,12 для того, що знаходиться в експлуатації); U_d – допустиме значення еквівалентного коригованого за частотою рівня вібрації; T – максимальна тривалість однієї робочої зміни водія ($480 \leq T \leq 720$); a_{vij} – i -е розрахункове або виміряне віброприскорення, для швидкості руху V в j -й трьохоктавній смузі частоти (0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 50,63; 80 Гц); a_j – розрахункові значення віброприскорення в j -й трьохоктавній смузі частоти.

Під час виконання вимірів можлива наявність випадкових факторів, внаслідок яких значення еквівалентного, коригованого за частотою рівня вібрації буде мати деякий розкид.

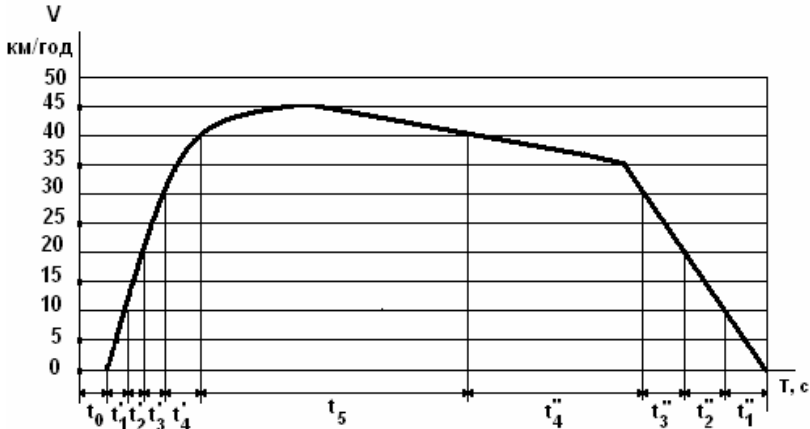
Для оцінки достатності кількості вимірів рівня вібрації для швидкості V_i повинен бути визначений коефіцієнт:

$$\delta = \frac{U_{vi}^{\max}}{U_{vi}^{\min}} \leq F(N), \quad (3)$$

де U_{vi}^{\max} – максимальне значення еквівалентного, коригованого за частотою рівня вібрації, отриманого для швидкості руху V під час i -го вимірювання; U_{vi}^{\min} – мінімальне значення еквівалентного, коригованого за частотою рівня вібрації, отриманого для швидкості руху V під час i -го вимірювання; $F(N)$ – функція критичних значень δ в залежності від кількості дослідів, що відповідають довірчому інтервалу $\pm 3\text{дБ}$ для довірчої ймовірності 0,95 [1].

Частка часу руху зі швидкістю V може бути визначена шляхом застосуванням функції $V(t)$ проходження транспортним засобом простого перегону [2], що показано на рисунку. Відповідно до рисунка частка часу руху зі швидкістю V буде дорівнювати:

$$P_{v_i} = \frac{t_i}{\sum_{i=0}^5 t_i}. \quad (4)$$



Функція $V(t)$ проходження транспортним засобом простого перегону:

t_0 – час перебування на зупинці; $t'_1 + t''_1$ – час руху в інтервалі швидкостей 0-10 км/год (t_1); $t'_2 + t''_2$ – час руху в інтервалі швидкостей 10-20 км/год (t_2); $t'_3 + t''_3$ – час руху в інтервалі швидкостей 20-30 км/год (t_3); $t'_4 + t''_4$ – час руху в інтервалі швидкостей 30-40 км/год (t_4); t_5 – час руху в інтервалі швидкостей 40-50 км/год.

Подальший аналіз існуючих методів оцінки вібрації був направлений на мінімізацію витрат на дослідження рівня вібрації за умови не перевищення допустимої похибки її визначення, тобто:

$$Q = \sum_z T_z + \sum_y T_y \Rightarrow \min \text{ за умови, що } \delta \leq \delta_n, \quad (5)$$

де $\sum_z T_z$ – сумарні витрати часу на виконання вимірів; z – кількість

вимірів; $\sum_y T_y$ – сумарні витрати часу на оброблення вібросигналу

для отримання інформації про рівень вібрації; y – кількість обробок вібросигналу; δ – фактична похибка визначення рівня вібрації; δ_n – припустима похибка визначення рівня вібрації.

Мінімальні витрати часу на одне вимірювання вібросигналу досягаються при застосуванні ПЕОМ з аналогово-цифровим перетворювачем, для якого мінімальний час реєстрації сигналу визначається обсягом вибірки, яку необхідно отримати для розкладання вібросигналу в

трохоктавний спектр частот.

Кількість вимірів для тролейбуса та трамвайних вагонів може бути обмежена з урахуванням наступних обставин:

- максимальна швидкість тролейбуса або трамвайного вагона під час руху на маршруті обмежується 50 км/год, на підставі цього виміри можна виконувати на швидкостях 5, 15, 25, 35, 45 км/год;

- конструкція підвіски тролейбуса, як правило, дозволяє виконувати регулювання її характеристик в залежності від рівня наповненості пасажирського салону і, відповідно до цього, вимірювання можуть виконуватися тільки для його спорядженого стану.

- дослідження рівня вібрації на робочому місці водія тролейбуса та трамвайного вагона, які були виконані під час випробувань їх дослідних зразків, свідчать про незначний рівень вібрації в горизонтальному (для тролейбуса) та повздовжньому (для трамвайного вагона) напрямку, що пояснюється їх конструктивними особливостями. Відповідно до цього, вимірювання рівня вібрації для тролейбуса достатньо виконувати тільки у вертикальному напрямку, а трамвая – в вертикальному та поперечному напрямках.

Таким чином, на основі узагальнення та систематизації методів визначення рівня вібрації дорожніх та рейкових транспортних засобів запропонована методика оцінки рівня вібрації на робочому місці водія, що дає можливість оцінити ризик його професійного захворювання та створення аварійної ситуації під час руху трамвайного вагона та тролейбуса.

Подальші дослідження щодо підвищення достовірності оцінки рівня вібрації на робочому місці водія треба вести в напрямках обґрунтування параметрів простого перегону для визначення часу руху трамвайного вагона та тролейбуса з різними швидкостями.

1 ГОСТ 12.1.012 -90. Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования. Взамен ГОСТ 12.1.012-78, ГОСТ 12.1.034-81, ГОСТ 12.1.042-84, ГОСТ 12.1.043-84; Введ.01.07.91. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 46 с.

2.Карпушин Е.І. Енергозберігаюче керування рухомою одиницею міського електротранспорту на простому перегоні // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. №53. – К.: Техніка, 2003. – С.142-146.

Отримано 23.02.2004